



انحلال خاک فسفات در بستر گاه گندم غنی شده با کنسانتره خاک فسفات اسفوردی یزد

فاطمه مویدی^۱؛ ابراهیم ادهمی^۲؛ رضا نقی‌ها^۳؛ حمیدرضا اولیایی^۲

۱- دانشجوی سابق دوره کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه یاسوج؛ ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج؛ ۳-

استادیار گروه علوم دام دانشگاه یاسوج

چکیده

این مطالعه برای بررسی تغییرات فسفر محلول تحت تاثیر نسبت‌های مختلف خاک فسفات اسفوردی و قارچ *آسپرژیلوس نایجر* انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه ترکیب فاکتوریل چهار سطح خاک فسفات (صفر، یک، بیست، یک:ده و یک:پنج خاک فسفات: گاه گندم) و دو سطح (حضور و عدم حضور) *آسپرژیلوس نایجر* در بستر گاه گندم در سه تکرار بود. نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه و تحت رطوبت ۲۰۰ درصد وزنی نگهداری شدند. در زمان‌های ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز فسفر محلول نمونه‌ها اندازه گیری شد. بیشترین فسفر محلول در نسبت یک: ده خاک فسفات: گاه گندم در زمان سی روز به بعد مشاهده شد. افزایش نسبت به یک : پنج با کاهش شدید فسفر محلول همراه بود. حضور قارچ *آسپرژیلوس نایجر* سبب کاهش فسفر محلول در محیط شد و با افزایش نسبت خاک فسفات شدت اثر قارچ کاهش یافت. نتایج بیانگر اهمیت مقدار خاک فسفات بر مقدار فسفر محلول در محیط بود.

واژه‌های کلیدی: خاک فسفات، فسفر محلول، قارچ.

مقدمه

مصرف کودهای فسفر برای تولید محصولات کشاورزی اجتناب ناپذیر است و در چند دهه اخیر مصرف کودهای فسفوری در ایران افزایش قابل توجهی یافته است. تحقیقات و تلاش‌های زیادی برای جایگزینی کودهای شیمیایی فسفر از جمله سوپرفسفات‌ها و فسفات‌های آمونیوم و یا مقایسه آن‌ها با استفاده مستقیم از خاک فسفات در خاک به‌مراه مواد آلی، و افزودن ریزجانداران حل کننده فسفر و سایر مواد از جمله گوگرد عنصری انجام شده است. با این وجود استفاده از ترکیبات جایگزین تاکنون با استقبال خوبی در سطح دنیا مواجه نشده است به نحویکه استفاده مستقیم از خاک فسفات با یک تاریخچه کاهش مصرف همراه بوده است. در خاک‌های آهکی به دلایل متعدد استفاده از خاک فسفات کارایی لازم را نداشته و رضایت‌بخش نیست (بیسواس و ناریناسامی، ۱۹۹۸).

عوامل متعددی می‌توانند بر انحلال فسفر نامحلول و افزایش قابلیت جذب فسفر کودهای آلی غنی شده با خاک فسفات اثر بگذارند. این عوامل شامل مقدار رطوبت بستر کشت، مقدار خاک فسفات در محیط (جهانگیرزاده و همکاران، ۱۳۹۵)؛ نوع خاک فسفات، دما و pH (کاراپاکام و ناگالاکاشمی، ۲۰۱۴) حضور و عدم حضور مواد محرک رشد مانند مالات (جهانگیرزاده و همکاران، ۱۳۹۳) و نوع ریزجانداران حل کننده فسفر (ذریه ۱۳۹۳ و شیخی ۱۳۹۳) می‌باشد.

مقدار خاک فسفات محیط از جمله عواملی است که می‌تواند مقدار فسفر محلول و شکل‌های مختلف فسفر در محیط را بشدت متاثر کند (جهانگیرزاده ۱۳۹۳؛ جهانگیرزاده و همکاران، ۱۳۹۵). جهانگیرزاده و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند که با افزایش نسبت خاک فسفات: سبوس برنج در محیط از صفر به یک: هشت مقدار فسفر محلول در رطوبت ۲۰۰ درصد وزنی بصورت معنی‌داری در یک دوره شصت روزه افزایش یافت لیکن افزایش نسبت خاک فسفات: سبوس برنج به یک: چهار با کاهش شدید و معنی‌دار فسفر محلول همراه شد.

علیرغم تحقیقات گسترده درباره امکان کاربرد خاک فسفات در ایران لیکن مطالعات درباره اثر نسبت‌های خاک فسفات به ماده آلی بر فسفر محلول و قابل جذب و رشد گیاه محدود هستند. این مطالعه به منظور بررسی تاثیر نسبت‌های مختلف خاک فسفات بر فسفر محلول در بستر گاه گندم در حضور یا عدم حضور قارچ *آسپرژیلوس نایجر* (به عنوان یک گونه حل کننده فسفر نامحلول) انجام شد.

مواد و روش

این مطالعه بصورت فاکتوریل با منبع خاک فسفات خالص شده (کنسانتره) اسفوردی یزد انجام شد. طرح آزمایش به صورت ۲×۴ در قالب کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام بود. عوامل آزمایش شامل قارچ در دو سطح (شاهد و *Aspergillus niger*) و نسبت خاک فسفات در چهار سطح (صفر، یک: یک، بیست، یک: ده و یک: پنج خاک فسفات: کاه گندم) بودند.

از کاه گندم به عنوان بستر کشت استفاده شد. ابتدا کاه گندم به اندازه کوچکتر از یک میلی‌متر آسیاب و الک شد. بر اساس وزن خشک کاه ۲ درصد نیتروژن از منبع نیترات آمونیوم و ۱/۵ درصد ملاس به صورت محلول به عنوان محرک رشد به کاهها اضافه گردید و در آن به مدت ۲۴ ساعت خشک شد. براساس طرح آزمایش نمونه‌ها با نسبت‌های مختلف خاک فسفات تیمار شدند. مقدار رطوبت نمونه‌ها در طول مدت آزمایش روی ۲۰۰ درصد وزنی (جهانگیرزاده و همکاران، ۱۳۹۵) نگهداری شد.

آزمایش به صورت بسته‌ای انجام شد. هر بسته تیماری شامل ۱۲ لوله آزمایش بود. لوله‌های آزمایشی به خوبی شسته شده و پس از خشک شدن دو گرم کاه گندم مخلوط شده با ملاس، نیترات آمونیوم و نسبت‌های مختلف خاک فسفات در لوله‌های آزمایش ریخته شد. نمونه‌ها در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه استریل شدند. سپس یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون قارچی حاوی محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار حاوی $10^7 \times 5-1$ اسپور به نمونه‌ها افزوده شد. نمونه‌ها به حد رطوبت مورد نظر با آب مقطر استریل شده رسانده شدند و در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ روز نگهداری شدند.

در زمان‌های ۱۰، ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ روز، سه نمونه از هر بسته برداشته شد. پس از انتقال نمونه به لوله‌های عصاره‌گیری پلی‌اتیلنی مناسب فسفر محلول نمونه‌ها با ۴۰ میلی‌لیتر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار به مدت دو ساعت در شرایط آزمایشگاه عصاره‌گیری شد و فسفر محلول در عصاره‌ها به روش آسکوربیک اسید (مورفی و ریلی، ۱۹۶۲) اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین نتایج با نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج گزارش شده آزمایشگاه معدن اسفوردی، کنسانتره خاک فسفات مورد مطالعه دارای حدوداً ۳۷ درصد پنتا اکسید فسفر، ۳/۵ درصد اکسید آهن (III)، ۳/۵ درصد اکسید سیلیس و حدود ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم کادمیوم بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نسبت خاک فسفات به کاه گندم، قارچ و برهمکنش آن‌ها در سطح یک درصد آماری تاثیر معنی‌داری بر مقدار فسفر محلول نمونه‌ها در زمان‌های مورد مطالعه داشتند.

جدول ۱- تجزیه واریانس فسفر محلول عصاره‌گیری شده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار.

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز ۱۰	روز ۳۰	روز ۶۰	روز ۹۰
قارچ	۱	۲۶۳۹۷۰**	۳۹۲۴۴۸**	۱۱۸۰۲۰**	۲۳۸۴۰۲**
نسبت خاک فسفات	۳	۱۲۸۲۵۸**	۱۳۱۴۸۳**	۲۱۱۳۶۵**	۲۰۴۸۸۵**
قارچ × نسبت خاک فسفات	۳	۲۶۰۳۴**	۷۳۵۶۷**	۲۲۸۳۵**	۴۰۲۷۴۰**
خطا	۱۶	۲۴۳۲	۱۷۰۲	۱۸۰۹	۲۶۴۳۹
ضریب تغییرات		۱۸/۴۸	۸/۷۱	۷/۹۱	۸/۶۶

** معنی‌دار در سطح ۰/۱٪ * معنی‌دار در سطح ۰/۰۵٪ NS عدم وجود اختلاف معنی‌دار

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر نسبت‌های خاک فسفات: کاه گندم و تیمار قارچ بر فسفر محلول وابسته به زمان بود. در روز ده تیمارها کمترین اثر را بر فسفر محلول داشتند. در این زمان در تیمار شاهد (سطح صفر خاک فسفات و عدم

حضور قارچ) فسفر محلول ۲۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و در نسبت‌های یک:بیست و یک:ده خاک فسفات: کاه گندم به بیشترین مقدار رسید که تفاوت معنی داری با شاهد داشتند (جدول ۲). لیکن افزایش نسبت به یک:پنج خاک فسفات: کاه گندم با کاهش شدید فسفر محلول همراه شد و فسفر محلول را به کمتر از مقدار شاهد کاهش داد هرچند تفاوت معنی داری با آن نداشت. در روز سی تاثیر نسبت‌های خاک فسفات: کاه گندم بصورت بسیار آشکارتر مشاهده گردید و تفاوت بین نسبت‌های مختلف خاک فسفات بحد زیادی افزایش یافت. بر این اساس نسبت یک: ده خاک فسفات: کاه گندم بیشترین فسفر محلول، ۹۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، را دارا بود که افزایشی معادل ۳۲۰ درصد نسبت به شاهد در روز ده و افزایشی دو برابری نسبت به شاهد در روز سی نشان داد. در روز سی مقدار افزایش فسفر محلول در نسبت یک:بیست نسبت به روز ده بسیار کم بود و تنها حدود ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به فسفر محلول افزوده شد. در این زمان مقدار فسفر محلول در نسبت یک:پنج خاک فسفات: کاه گندم کمترین مقدار بود هرچند تفاوت معنی داری با شاهد نداشت. فسفر محلول در روزهای ۶۰ و ۹۰ تغییرات کمی را نسبت به روز سی نشان داد و غلظت فسفر محلول در این زمان‌ها با آنچه در روز سی مشاهده گردید مشابه بود. این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط آزمایش حاضر زمان سی روز برای به تعادل رسیدن مقدار حل شدن فسفر مناسب بوده است. این نتایج در توافق با نتایج گزارش شده توسط جهانگیرزاده و همکاران (۱۳۹۵) می‌باشد. آنان گزارش نمودند که نسبت یک:هشت خاک فسفات اسفوردی: سبوس برنج دارای بیشترین فسفر محلول بود و افزایش این نسبت به یک:چهار سبب کاهش معنی‌دار فسفر محلول شد. احتمالاً وفور اکسیدهای آهن و آلومینیوم در خاک فسفات اسفوردی که از نوع آذرین است می‌توانند سبب توانایی آن برای جذب فسفر محلول و خارج ساختن آن از دسترس گیاه شود (جهانگیر زاده و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین افزایش حضور خاک فسفات در محیط می‌تواند با افزایش pH سبب کاهش فسفر محلول در محیط گردد (جهانگیر زاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ سینگ و آمبرگر، ۱۹۹۷).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر نسبت های خاک فسفات و قارچ بر مقدار فسفر محلول عصاره‌گیری شده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در زمان‌های مختلف.

قارچ		نسبت
A. niger	شاهد	خاک فسفات: کاه گندم
<u>روز ۱۰</u>		
۴۱ ^c	۲۲۶ ^b	صفر
۱۷۴ ^{bc}	۵۶۴ ^a	یک: بیست
۲۵۱ ^b	۵۸۳ ^a	یک: ده
۱۳۱ ^{bc}	۱۷۷ ^{bc}	یک: پنج
<u>روز ۳۰</u>		
۲۴۹ ^e	۴۴۴ ^c	صفر
۳۲۹ ^{de}	۵۹۶ ^b	یک: بیست
۴۱۰ ^{cd}	۹۵۷ ^a	یک: ده
۳۹۴ ^{cd}	۴۰۷ ^{cd}	یک: پنج
<u>روز ۶۰</u>		
۳۳۷ ^d	۴۳۲ ^{cd}	صفر
۳۸۸ ^{cd}	۶۲۷ ^b	یک: بیست
۶۸۸ ^b	۹۲۹ ^a	یک: ده
۴۵۶ ^c	۴۴۲ ^c	یک: پنج

روز ۹۰		
۳۸۵ ^d	۴۰۹ ^{cd}	صفر
۳۶۰ ^{cd}	۵۴۴ ^b	یک: بیست
۳۱۲ ^d	۹۳۴ ^a	یک: ده
۴۵۵ ^{bc}	۳۹۳ ^{cd}	یک: پنج

در هر زمان میانگین هایی که یک حرف مشترک دارند در سطح ۵ درصد آماری اختلاف معنی داری ندارند.

حضور قارچ سبب شد که فسفر محلول نسبت به عدم حضور قارچ در همه‌ی سطوح خاک فسفات بصورت معنی دار کاهش یابد. به عنوان مثال در روز ده مقدار فسفر محلول در تیمار شاهد از ۲۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک در تیمار شاهد (سطح صفر خاک فسفات و عدم حضور قارچ) به ۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در حضور قارچ کاهش یافت که نشان می‌دهد فسفر محلول به حدود ۱۸ درصد مقدار اولیه رسیده است. روندی تقریباً مشابه در نسبت های یک: بیست و یک: ده خاک فسفات: کاه گندم در همه‌ی زمان‌های مورد مطالعه مشاهده گردید ولی چنین به نظر می‌رسد که همگام با افزایش حضور خاک فسفات در محیط کاهش فسفر محلول در اثر حضور قارچ کمتر می‌گردد. به عنوان مثال در روز ده حضور قارچ سبب شد که مقدار فسفر محلول در سطح صفر، یک: بیست، یک: ده و یک: پنج خاک فسفات: کاه گندم به ترتیب به ۱۸، ۳۱، ۴۳ و ۷۵ درصد مقدار اولیه خود برسد. کمترین کاهش مقدار فسفر محلول در اثر حضور قارچ در نسبت یک: پنج خاک فسفات: کاه گندم مشاهده شد و با گذشت زمان مقدار فسفر در تیمار قارچ حتی به بیشتر از عدم حضور آن رسید. که در روزهای ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز مقدار فسفر محلول در حضور قارچ نسبت به عدم حضور آن به ترتیب ۷۵، ۹۷، ۱۰۳ و ۱۱۵ درصد بود که نشان‌دهنده افزایش فسفر محلول در نسبت یک: پنج خاک فسفات: کاه گندم در حضور قارچ با افزایش زمان خوابانیدن است. در سطح صفر خاک فسفات نیز روندی تقریباً مشابه دیده شد و در روز ۹۰ مقدار فسفر محلول در تیمار قارچ حدوداً ۹۴ درصد عدم حضور آن بود. قارچ‌های حل‌کننده فسفر از یک سو با تولید اسیدهای آلی و کاهش pH سبب انحلال فسفر نامحلول می‌گردند و از سوی دیگر با رشد قارچ به تامین عناصر غذایی از جمله فسفر نیاز دارد و قارچ‌ها ممکن است در اثر رشد، فسفر محلول محیط را جذب نموده و سبب کاهش فسفر محلول شوند (جهانگیرزاده و همکاران، ۱۳۹۵).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که نسبت خاک فسفات در محیط می‌تواند بر فسفر محلول تاثیر بگذارد و توجه به آن در تولید کودهای آلی غنی شده با خاک فسفات بسیار با اهمیت است. از سوی دیگر هرچند قارچ آسپرجیلوس نایجر به عنوان حل‌کننده فسفر معرفی شده است لیکن نتیجه تحقیق حاضر نشان داد که در مدت ۹۰ روز واریته استفاده شده بسته به نسبت خاک فسفات در محیط اثر متفاوتی بر فسفر محلول داشت.

منابع

- جهانگیرزاده، ن. ۱۳۹۳. بررسی اثر مقدار رطوبت بر انحلال خاک فسفات در بستر کاه برنج توسط قارچ‌های حل‌کننده فسفات. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه یاسوج. دانشکده کشاورزی.
- شیخی، ک. ۱۳۹۳. ارزیابی انحلال خاک فسفات در بستر کاه گندم توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفر جداسازی شده از خاک‌های جنگلی اطراف سنگ معدن فسفات کوه سپید لار یاسوج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه یاسوج. دانشکده کشاورزی.
- ذریه، غ. ۱۳۹۳. انحلال خاک فسفات در بستر کاه گندم توسط قارچ‌های حل‌کننده فسفر جداسازی شده از خاک‌های جنگلی اطراف معدن سنگ فسفات کوه سپیدلار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه یاسوج. دانشکده کشاورزی.

Biswas, D. R and Narayanasamy G. 1998. Direct and residual effectiveness of partially acidulated P fertilizers in a cowpea-wheat cropping system. Journal of the Indian society of Soil Science, 46:406-411.



- Karpagam, T. and Nagalakshmi, P.K. 2014. Isolation and characterization of phosphate solubilizing microbes from agricultural soil. *International Journal of Current Microbiology Applied Science* 3: 601-614.
- Murphy J. and Riley J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimia Acta.*, 27: 31-36.
- Singh C. P. and Amberger A. 1997. Organic acids and phosphorus solubilization in straw composted with rock phosphate. *Bioresource Technology* 63: 13-16.

Dissolution of rock phosphate in wheat straw medium culture enriched with Esfordi rock phosphate concentrate

F. Moayedi¹, E. Adhami², R. Naghiha³, H. R. Owliaie²

1-Former MSc student of Soil Sci. Dep. Yasouj Uni., 2- Associate Prof., Soil Sci. Dep., Yasouj Uni.; 3- Assistant Prof., Animal Sci. Dep., Yasouj Uni.

Abstract

Present study conducted to evaluate the variation of soluble P as affected by the various ratio of Esfordi rock phosphate and *Aspergillus niger*. Treatments consisted of a factorial combination of four RP ratio (zero, 1:20, 1:10 and 1:5 RP: wheat straw) and two level (absence and presence) of *A. niger* in wheat straw medium with three replications. Samples were kept under lab temperature and 200 % w/w moisture content. Soluble P measured on 10, 30, 60 and 90 days. Maximum soluble P observed in the 1:10 RP: wheat straw on 30 d afterward. Increase of the ratio to 1:5 considerably decreased soluble P. *A. niger* treatment decreased soluble P and the effect of fungi was decreased by RP ratio increase. Results of the present study showed the importance of RP content in the medium on soluble P.

Keywords: Rock Phosphate, Soluble P, Fungi.